

Aus der chirurgischen Abteilung des Rätischen Kantons-
und Regionalspitals Chur (Chefarzt Prof. Dr. med. M. Allgöwer)
und aus der chirurgischen Abteilung des Kreuzspitals Chur
(Chefarzt Dr. med. U. Heim)

Über den Einfluss von Sicherheitsbindungen auf Skiunfälle

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der medizinischen Fakultät der Universität Basel

Vorgelegt von
HANSJOST BUCHER
von Escholz matt (LU)

Arbeit unter Leitung von Prof. Dr. med. M. Allgöwer

1965

Editions Médecine et Hygiène
Genf 1966

Aus der chirurgischen Abteilung des Rätischen Kantons-
und Regionalspitals Chur (Chefarzt Prof. Dr. med. M. Allgöwer)
und aus der chirurgischen Abteilung des Kreuzspitals Chur
(Chefarzt Dr. med U. Heim)

Über den Einfluss von Sicherheitsbindungen auf Skiunfälle

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der medizinischen Fakultät der Universität Basel

Vorgelegt von
HANSJOST BUCHER
von Escholzmatt (LU)

Arbeit unter Leitung von Prof. Dr. med. M. Allgöwer

Editions Médecine et Hygiène
Genf 1966

*Von der medizinischen Fakultät Basel genehmigt auf Antrag von
Prof. Dr. med. M. Allgöwer*

Tag der Promotion 6. Juli 1965



*Die Dissertation erschien in der «Schweizerischen Zeitschrift
für Sportmedizin» (Nummer 4/1965).*

Aus der chirurgischen Abteilung des Rätischen Kantons- und Regionalspitals Chur

(Chefarzt Prof. Dr. med. M. Allgöwer)

und aus der chirurgischen Abteilung des Kreuzspitals Chur

(Chefarzt Dr. med. U. Heim)

UEBER DEN EINFLUSS VON SICHERHEITSBINDUNGEN AUF SKIUNFÄLLE

von H. BUCHER

(Eingegangen am 3. August 1965)

1. EINLEITUNG

S kifahren ist in letzter Zeit zu einem Massensport geworden. In der Schweiz fahren über 700 000 Menschen Ski. Eine betrübliche Nebenerscheinung dieser erfreulichen Tatsache sind die vielen Skiunfälle, die sich alljährlich ereignen. Nach Angabe der Schweizerischen Beratungsstelle für Unfallverhütung (BfU) sollen es bereits 1953/54 etwa 12-15 000 gewesen sein. Allaria gab 1954 das Unfallrisiko pro Tag mit 2,33 Promill an (zitiert nach TRUCHET 1960). BAUMGARTNER (1960) schätzt die Unfallrate auf 1-2 pro 1000 Abfahrten. TRUCHET (1960) kam in einer Untersuchung zum Schluss, dass es pro 1000 Fahrer mit je 1000 Meter Höhendifferenz einen Unfall trifft. Genaue Angaben über mehrere Winter erhält man aus dem Geschäftsbericht 1963/64 des Kur- und Verkehrsvereins Arosa:

Tabelle 1.

Winter	Total von Skifahrern erreichte Höhendifferenz (in km)	Total Unfälle	km Höhendifferenz pro ein Unfall
1957/58	283 712	251	1130,3
1958/59	329 418	276	1193,5
1959/60	416 165	307	1355,6
1960/61	431 294	330	1306,9
1961/62	478 831	345	1387,9
1962/63	460 778	305	1510,7
1963/64	448 165	239	1875,2

Das heisst also, dass in Arosa die Unfallquote bezogen auf die Höhendifferenz in 6 Jahren um ca. 35 % abgenommen hat.

In dieser Statistik aus Arosa sind allerdings nur jene Unfälle erfasst, bei denen der Verletzte mit dem Rettungsschlitten abtransportiert werden musste.

Es gibt viele Faktoren, welche am Zustandekommen von Skiunfällen beteiligt sind. Dazu gehören: Kondition und Disposition des Fahrers, Zustand und «Bevölkerungsdichte» der Pisten, Sicht- und Witterungsverhältnisse und besonders auch die Skiausrüstung. Gegen viele dieser Faktoren lässt sich nichts oder nur sehr wenig unternehmen. Besonders schwierig ist es, alle Skisportler soweit zu bringen, dass sie nicht über ihr Können fahren und damit sich selbst und andere gefährden. Leichter ist es, Korrekturen an der Skiausrüstung vorzunehmen. Vor allem wichtig sind *Schube* und *Bindungen*.

In letzter Zeit wurde von vielen Autoren eine Verschiebung im Verhältnis zwischen Knöchel- und Unterschenkelfrakturen festgestellt. Man schrieb diese Verschiebung oft den neuen *hochschaftigen Skischuhen* zu. MOCK (1936) untersuchte zwischen 1926 und 1936 1200 Fälle von Skiverletzungen. Damals machten Knöchelfrakturen 45 % aller Unterschenkelverletzungen aus, Unterschenkelfrakturen nur 9 %. In der Aufstellung von GRUENAGEL (1963) findet man 25 % Malleolarfrakturen und 22 % Unterschenkelfrakturen. Die Alpine Rettungsstation SAC Arosa hat im Winter

1962/63 305 Verunfallte abtransportiert. Darunter fanden sich 110 Unterschenkelfrakturen (ohne isolierte Fibulafrakturen) und nur 43 Knöchelfrakturen. Dabei muss allerdings bemerkt werden, dass dann und wann Verletzte mit Knöchelfrakturen noch selbst zu Tal fahren, in der Annahme, sie hätten sich eine Distorsion zugezogen.

GRUENAGEL (1963) untersuchte bei 411 Patienten die Schuhhöhe. Bei 222 Patienten mit niedrigen Schuhen (unter 18 cm Schafthöhe ab Boden) fand er 30 % Malleolarfrakturen und 15 % Unterschenkelfrakturen, bei den 189 Verletzten mit hohen Schuhen (über 18 cm) 19 % Malleolarfrakturen und 32 % Unterschenkelfrakturen. — Schuhe von 18 cm Höhe sind übrigens durchaus keine Raritäten. PEYTRINET (1963) beobachtete in Adelboden im Winter 1961/62 88 Skiverletzungen. Er stellte Schuhhöhen bis 23 cm fest und teilte die Schafthöhen wie folgt ein: 20-23 cm hohe, 17-20 cm mittlere, unter 17 cm niedrige Schuhe. Unter den 37 Malleolarfrakturen hatten 10 Patienten hohe, 9 mittlere und 18 niedrige Schuhe. Bei den 25 Torsionsfrakturen fand er 3mal hohe, 14mal mittlere und 8mal niedrige Schuhe, bei den 13 Querfrakturen 10mal hohe Schuhe.

Innerhalb der Unterschenkelfrakturen scheinen die sog. tiefen Querfrakturen zuzunehmen. BAUMGARTNER (1960) stellte bei der Analyse von 1000 Skiunfällen fest, dass 10 % aller Unterschenkelfrakturen tiefe Querfrakturen waren. GRUENAGEL (1963) fand unter 332 Frakturen der untern Extremität 31 supramalleoläre Querfrakturen (= 9,35 %) und bei PEYTRINET (1963) machen die Querfrakturen sogar 14,8 % aus.

All dies scheint die Ansicht zu bekräftigen, dass hohe Schuhe zwar das Sprunggelenk weitgehend schützen, dass aber seit der zunehmenden Verwendung solcher Schuhe die sog. tiefen Querfrakturen zugenommen haben. Man hätte also auf diese Weise den Teufel mit Beelzebub ausgetrieben!

1935 versuchte Reussner in Megève eine Bindung zu konstruieren, deren Backen sich bei genügend hohem seitlichen Druck öffnen sollten. 1937 erschien der Levier Savoy-sécurité von Duret, welcher die « sécurité antéroposterieure » gewährleisten sollte. Ungefähr 1953 kamen dann die heute verwendeten modernen Sicherheitsbindungen auf den Markt.

Warum kam man auf die Idee, Sicherheitsbindungen zu konstruieren? Die moderne Skitechnik verlangt eine straffe Verbindung zwischen Skischuh und Ski, damit der Fersenschub exakt auf den Ski übertragen werden kann. Die Abfahrtskier sind 190-220 cm lang und (pro Paar) bis 10 kg schwer. Die Geschwindigkeiten, die heute auch von durchschnittlichen Fahrern erreicht werden, übersteigen oft 50 km/h und in Abfahrtsrennen werden Spitzengeschwindigkeiten von über 100 km/h gefahren. Wird bei solcher Geschwindigkeit ein Ski aus irgendeinem Grund plötzlich abgedreht oder blockiert, so werden auf Fussgelenk und Unterschenkel unphysiologische Torsions- und Biegemomente ausgeübt. Um diese Gefahren abzuwenden, begann man, Sicherheitsbindungen zu konstruieren.

Worin unterscheiden sich diese Sicherheitsbindungen von den bisherigen Bindungen? Die herkömmliche *Langriemenbindung* gewährleistet die starrste Verbindung zwischen Schuh und Ski. Sie fixiert einerseits die Schuhsohle unbeweglich auf den Ski und stellt anderseits durch mehrfache Umschnürung des Schuhs mit dem Lederriemen eine straffe Verbindung zwischen Fussrist und Ski her. Weniger starr wird der Schuh bei der bisherigen *Diagonalzugbindung* auf den Ski fixiert. Der Schuh kann zwar bei guter Anpassung nicht rotieren. Bei starker frontaler Zugbelastung aber kann der Absatz unter Dehnung einer Feder ein paar Millimeter gehoben werden.

Eine *Sicherheitsbindung*, die bei allen Sturzarten Schutz bieten soll, muss bei zu grossen Torsionsmomenten (Drehsturz) wie auch bei zu grossen Biegemomenten (Sturz nach vorn) ausklinken und den Schuh freigeben. Bei der Sicherheitsvorrichtung gegen Drehbelastung gibt es verschiedene Typen. Immer mehr setzen sich aber die frontalen Andrückbacken durch (Allais, Attenhofer, Couttet, Kandahar, Marker, Nevada, Tyrolia u.a.m.). Bei diesen Bindungen wird der Schuh mit dem Vorderrand der Sohle an eine drehbare Frontbacke gedrückt, die sich erst dann drehen kann, wenn das Torsionsmoment, das vom Schuh her auf die Backen übertragen wird, einen gewissen einstellbaren Wert überschreitet. Bei vielen Modellen drehen sich die Frontbacken nicht nur um eine Achse, sondern um deren zwei. Dadurch weichen sie beim Aufgehen auch nach vorne aus und geben den Schuh besser frei als bei reiner Rotation.

Die Sicherheitsvorrichtung gegen zu starke Biegemomente befindet sich im Sicherheitsstrammer. Alle diese Strammer sind nach dem selben Prinzip gebaut. Der starke Zug des Kabels bewirkt die Verlängerung eines elastischen Teiles. Ueberschreitet diese Verlängerung eine bestimmte Grenze, wird durch irgend einen Mechanismus der Befestigungspunkt des Kabels am Strammer angehoben. Dadurch entsteht ein Drehmoment: Kabelzug mal senkrechter Abstand zwischen Kabelansatzpunkt und Drehpunkt des Strammers. Dieses Drehmoment öffnet nun den Strammer und der Schuh wird freigegeben.

Ein recht häufiger Störfaktor solcher Sicherheitsstrammer sind geschädigte Kabel, die sich in den Tiefzughaken verklemmen. Dieser Störfaktor soll durch zwei neuere Sicherheitsbindungen gegen frontale Ueberbelastung ausgeschaltet werden: die Fersenautomatik «ski rocket» der Firma Tyrolia und das Marker-Springschloss. Bei der Tyrolia-Fersenautomatik wird der Absatz von hinten ohne Verwendung eines Kabels auf den Ski gepresst. Das Sicherheitsdispositiv des Marker Springschlusses befindet sich nicht vorne im Strammer, sondern am Schuhabsatz. Dieser wird durch einen Bügel mittels Diagonalzug nach vorne unten gezogen. An diesem Bügel sind seitlich zwei starke Federn montiert, deren eine bei einem bestimmten, einstellbaren Zug ausklinkt; dadurch teilt sich das Kabel und der Schuh ist augenblicklich frei.

Auch die Langriemenbindung kann mit Sicherheitsbacken kombiniert werden, indem man den Absatz mit einem Lederriemen auf einem sogenannten Drehteller fixiert. Diese Art von Sicherheitsbindung kann sich nur bei Drehstürzen öffnen. Besonders Rennfahrer nehmen aber um den Preis der wirklich starren Verbindung von Fuss und Ski das Risiko der völligen Fixation bei einem Frontalsturz bewusst auf sich.

Bei Sicherheitsbindungen mit Diagonalzug wird der Ski durch einen kleinen Festhalterriemen am Schuh locker befestigt, damit er nach Ausklinken der Bindung nicht selbständig zu Tal saust und andere Skifahrer gefährdet. Diese Befestigung ist notwendig, doch nicht ganz ungefährlich. Wenn ein Fahrer stürzt, rutscht er meistens noch ein paar Meter über die Piste. Der losgelöste Ski wird am Festhalterriemen nachgezogen und gerät ausser Kontrolle. Die scharfgeschliffenen Stahlkanten bilden nun eine weitere Verletzungsgefahr für den Fahrer. In der Literatur wird mehrfach

In einer vergleichenden Darstellung von Verletzten mit und ohne Sicherheitsbindungen zeigte GRUENAGEL, dass die Verteilung der Verletzungen bei beiden Gruppen etwa gleich ist. Dabei wurde aber innerhalb der Gruppe «mit Sicherheitsbindungen» nicht differenziert, ob die Bindung funktioniert hatte oder nicht. Es ist klar, dass sich eine nicht funktionierende Sicherheitsbindung unfallmechanisch genau gleich auswirkt wie eine gewöhnliche Bindung. In einer Aufstellung von 54 Fahrern, deren Sicherheitsbindung wahrscheinlich ausgeklinkt hatte, waren die Frakturen mit 39 % doch weniger zahlreich als die Distorsionen mit 61 %. In der Kontrollgruppe mit gewöhnlichen Bindungen gab es 48 % Frakturen und 52 % Distorsionen.

Die unfallverhütende Wirkung der Sicherheitsbindungen erschien nach den dargelegten Arbeiten wahrscheinlich. *Es schien uns aber wichtig, über verschiedene Fragen genaue Angaben zu erhalten.* Wir untersuchten:

1. Die Verteilung der Bindungen bei einem unausgewählten Kollektiv in unserem Sportgebiet.
2. Die Verteilung der Bindungen bei unseren Skiunfallpatienten.
3. Die Verletzungen dieser Patienten.
4. Die Alters- und Geschlechtsverteilung der Patienten.
5. Die Verteilung der Verletzungen vergleichsweise bei Patienten mit und ohne Sicherheitsbindungen.
6. Den unfallvermindernden Faktor (uvF) aus unseren Ergebnissen.
7. Unfälle, bei welchen die Sicherheitsbindungen nicht funktionierten.
8. Durch unvermutetes Aufgehen der Sicherheitsbindung verursachte Unfälle.
9. Die sogenannten tiefen Querfrakturen.
10. Die Achillessehnenrupturen.

METHODIK

Die Zählung der Bindungen bei einer Skifahrer-Population musste möglichst aus den Skigebieten stammen, aus welchen die meisten unserer Patienten eingewiesen wurden. Diese Gebiete waren in den Wintern 1962/63

und 1963/64 Arosa (mit 27,5 % der Skiunfallpatienten) und Lenzerheide-Valbella (mit 18,5 %).

Aus Arosa erhielten wir die Zählungsergebnisse der Winter 1961/62 bis 1963/64 von der dortigen Alpinen Rettungsstation SAC (Chef Jakob Meisser). Auf der *Lenzerheide* liessen wir im Winter 1963/64 durch Herrn Joseph Jochberg exakte Zählungen ausführen, die sich auf fast 4000 Skifahrer erstreckten. Dabei wurden auch die verschiedenen Typen von Sicherheitsbindungen auseinandergehalten.

Die Verteilung der Bindungen bei den Verunfallten konnten wir anhand eines Fragebogens feststellen, welchen die Patienten selbst ausfüllten. Dieser Fragebogen wurde schon im Winter 1960/61 durch Herrn Dr. med. U. Heim im Rätischen Kantons- und Regionalspital Chur eingeführt. Neben vielem anderem wurden die Patienten nach dem Sturzmechanismus befragt, ob sie gute, mittlere oder schlechte Fahrer seien, wie schnell sie beim Unfalleintritt gefahren seien und schliesslich auch, welchen Bindungstyp sie gehabt hätten.

In den folgenden Wintern haben wir die Fragebogen etwas modifiziert und uns besonders auch nach dem Funktionieren der Sicherheitsbindungen erkundigt.

Die Arbeit stützt sich auf diese Fragebogen und auf die Krankengeschichten von 565 Patienten aus dem Kantonsspital und aus dem Kreuzspital Chur. Die Fälle verteilen sich wie folgt auf die vier Winter:

1960/61	176 Fälle
1961/62	161 Fälle
1962/63	105 Fälle
1963/64	123 Fälle

In den zwei ersten Wintern wurden die meisten, in den zwei letzten Wintern etwa die Hälfte aller Skiunfälle erfasst. Die Auswahl wurde aber nicht etwa durch diagnostische Gesichtspunkte bestimmt, sondern war zufällig (administrative Gründe). Dadurch dürfte die Verletzungsverteilung also nicht beeinflusst worden sein.

Indessen haben wir es aus andern Gründen mit einer deutlichen Selektion von Verletzungen zu tun. Die meisten Verletzten werden zuerst zu einem im Wintersportplatz ansässigen Praktiker gebracht. Diese Aerzte haben sehr viel mit Sportverletzungen zu tun und erledigen folgende Fälle selbst endgültig: Distorsionen, Schulterluxationen, Radiusfrakturen, Wundversorgungen, Knieseitenbandverletzungen, wenig dislozierte Malleolarfrakturen. Deshalb fehlen diese Verletzungen in unserer Aufzählung weitgehend, ganz im Gegensatz zur Arbeit von GRUENAGEL (1963), der bei seinen 411 Patienten immerhin 207 Distorsionen sah.

Da in den beiden Churer Spitälern die Frakturen (ausser bei Kindern) zum grossen Teil nach den Prinzipien der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese operativ versorgt werden, handelt es sich bei unseren Diagnosen meistens um genaue Operationsdiagnosen.

Ein Wort noch zur *Nomenklatur* der Sicherheitsbindungen. Es gibt hier bereits eine erstaunliche Vielfalt von Bezeichnungen für ein und dasselbe Ding. Jede Fabrik braucht für ihre Bindungen wieder andere Namen. So heisst die Sicherheitsvorrichtung gegen Drehbelastung: Frontbacken, Andrückbacken, Schwenkbacken, Rotationsbacken, Sicherheitsbacken etc.

Wir verwenden in unserer Arbeit folgende Namen, Kurzbezeichnungen und Abkürzungen:

1. *Gewöhnliche Bindungen ohne Sicherheitsdispositiv (gB)*
 - a) Diagonalzugbindungen (DB)
 - b) Langriemenbindungen (LR)
2. *Sicherheitsbindungen (SB)*
 - a) Sicherheitsbacken (Sba) mit gewöhnlichem Diagonalzug oder mit Langriemenbefestigung
Kurzbezeichnung: Sicherheitsbacken
wenn eine Differenzierung nötig erscheint:
+ D = gewöhnlicher Diagonalzug
+ LR = Langriemenbefestigung
 - b) Sicherheitsstrammer und starre Backen
Kurzbezeichnung: Sicherheitsstrammer (Sst)
 - c) Sicherheitsbacken und Sicherheitsstrammer
Kurzbezeichnung: kombinierte Sicherheitsbindung (komb. SB)

2. RESULTATE

A. STATISTIK

1. Die Verteilung der Skibindungen bei Gesunden.

a) Ergebnisse aus AROSA (Carmennalift).

Tabelle 2.

	1961/62		1962/63		1963/64	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Gewöhnliche Bindungen	2479	40,2	1193	35,7	2964	33,17
Sicherheitsbindungen	3502	56,8	2114	63,4	5932	66,36
andere (auch LR)	185	3,0	32	0,9	40	0,44

Dabei wurden Sicherheitsstrammer allein *nicht* zur Kategorie Sicherheitsbindungen gezählt!

b) Ergebnisse aus LENZERHEIDE (Piz Scalottas).

In Lenzerheide wurde wöchentlich eine Stunde lang gezählt. Im Durchschnitt wurden pro Stunde 285 Fahrer registriert, total 3862. — Wenn man die 15 einzelnen Zähltag durchgeht, fallen die recht hohen Schwankungen der einzelnen Bindungstypen während des Winters auf. So war z.B. der Anteil der gewöhnlichen Diagonalzugbindungen im Dezember und Januar auf fallend tief (8,5 — 17,5 %), im Februar relativ hoch (13 — 28 %).

Bei der Differenzierung der verschiedenen Bindungstypen ergab sich in Lenzerheide folgende Verteilung:

Tabelle 3.

	absolut	%
Diagonalzugbindung	652	16,9
Langriemenbindung	239	6,2
Sicherheitsbacken		
mit Diagonalzug	541	14,0
mit Langriemen	563	14,6
Sicherheitsstrammer	629	16,3
kombinierte		
Sicherheitsbindung	1114	28,8
andere Bindungen	67	1,7
nicht feststellbar	57	1,5
<u>Total</u>	<u>3862</u>	<u>100,0</u>

Alle verschiedenen Sicherheitsbindungen zusammen	2847	74,4
--	------	------

Alle Sicherheitsbindungen mit Sba (also ohne Bindungen mit starren Backen und Sst)	2218	57,4
--	------	------

Diesem letzten Wert von 57,4% entsprechen in Arosa (siehe Tabelle 2) 66,36%.

2. Die Verteilung der Skibindungen bei den Patienten.

Die Ergebnisse der 4 Winter von 1960/61 bis 1963/64 zusammengefasst geben folgende Verteilung:

Tabelle 4.

	absolut	%
Gewöhnliche Bindungen	319	56,5
Langriemenbindungen	16	2,8
keine Angaben	14	2,5
Sicherheitsbindungen	216	38,2
Total	565	100,0

Die Differenzierung innerhalb der Sicherheitsbindungen :

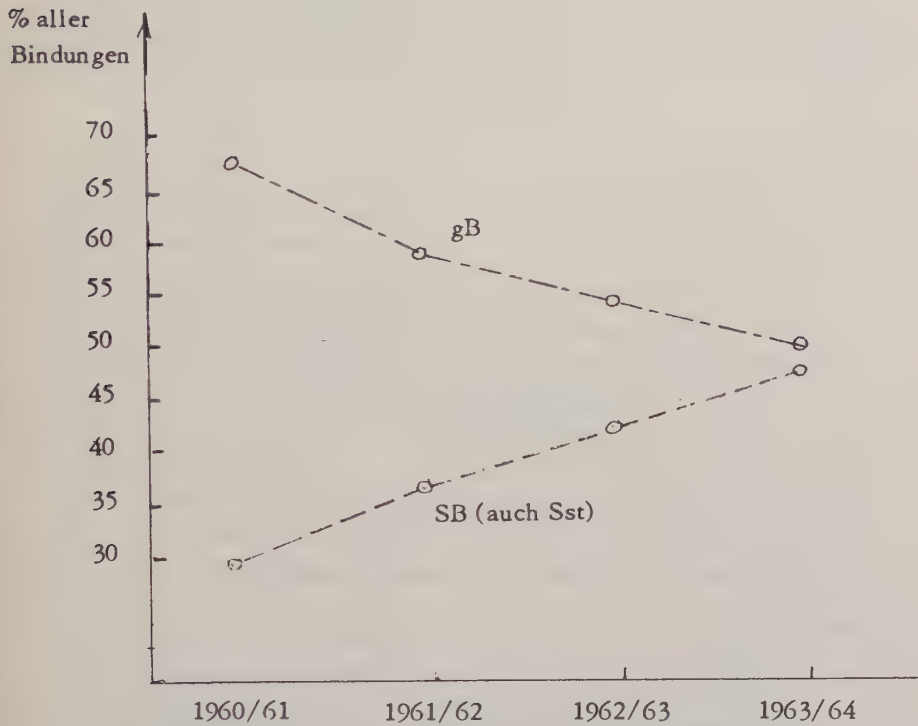
Tabelle 5.

	absolut	%
Sicherheitsbacken	99	45,8
Sicherheitsstrammer	34	15,7
kombinierte		
Sicherheitsbindung	63	29,2
ohne nähere Angaben	20	9,3
Total	216	100,0

Es hat sich gezeigt, dass die Verteilung der verschiedenen Bindungstypen innerhalb der vier untersuchten Winter beträchtliche Veränderungen durchgemacht hat (Tabelle 6). Die wenigen Fälle, die keine Angaben über ihre Bindung machen konnten, werden nicht angeführt.

Die Verteilung von gewöhnlichen- und Sicherheitsbindungen bei den Churer-Patienten von 1960/61 bis 1963/64.

Tabelle 6.



Der Anteil der verschiedenen Typen von Sicherheitsbindungen veränderte sich wie folgt:

Tabelle 7.

	1960/61	1961/62	1962/63	1963/64
	%	%	%	%
Sicherheitsbacken	40	51	51	44
Sicherheitsstrammer	26	13,5	9	13,5
kombinierte				
Sicherheitsbindung	21	22	33	39
ohne nähere Angaben	13	13,5	7	3,5

Die Verteilung der Bindungen bei guten, mittleren, schlechten Fahrern und Anfängern unter den Patienten.

Die Patienten wurden nach ihrem Können als Skifahrer befragt. Die Zahl von guten, mittleren und schlechten Fahrern, sowie die Verteilung der verschiedenen Bindungstypen unter diesen Kategorien gibt die Tabelle 8 wieder.

Tabelle 8.

Fahrer			SB	DB	LR	?
abs.	%		%	%	%	%
203	36,8	gute Fahrer	45,3	47,3	5,9	1,5
286	51,8	mittlere Fahrer	34,6	61,5	1,4	2,5
63	11,4	schlechte Fahrer und Anfänger	36,6	58,7	—	4,7

Das Funktionieren der Sicherheitsbindungen.

Die Resultate der 4 Winter sind zusammengefasst.

Tabelle 9.

Sicherheitsbindung funktioniert	38	17,6 %
Sicherheitsbindung nicht funktioniert	143	66,2 %
Funktion nicht eruierbar	35	16,2 %
Total	216	100,0 %

Tabelle 10.

	Sba	Sst	komb. SB
	%	%	%
funktioniert	14,5	17,5	24,2
nicht funktioniert	69	68	64,5
Funktion nicht eruierbar	16,5	14,5	11,3

3. Die Verletzungen der 565 Patienten.

1. Drehkeilfrakturen	165	29,2 %
2. Einfache Torsionsfrakturen (+ lange Schrägfrakturen)	77	13,6 %
3. Unterschenkeltrümmerfrakturen	94	16,6 %
Intraarticuläre Unterschenkeltrümmerfrakturen	23	4,1 %
4. Tiefe Querfrakturen	36	6,3 %
5. Kurze Frakturen	15	2,7 %
6. Talusfrakturen	6	1,1 %
7. Achillessehnenrupturen	15	2,7 %
8. Malleolarfrakturen	66	11,7 %
- Aussenrot.-Pronations-Frakturen	40	
- Supinationsfrakturen	15	
9. Knieseitenbänder- und Kreuzbänderverletzungen	12	2,1 %
10. Tibiakopffrakturen	3	0,5 %
11. Oberschenkelfrakturen	14	2,5 %
- supracondyläre	2	
- Schaftfrakturen	6	
- pertrochantere	3	
- Schenkelhals	3	
12. Arm-Schulterverletzungen	5	0,9 %
- Schulterluxationen 1*		
- Oberarmfrakturen	4	
13. andere Verletzungen und multiple Verletzungen**	34	6,0 %

* zwei weitere Schulterluxationen unter 13

** siehe unten

ad 13 andere Verletzungen und multiple Verletzungen

andere Verletzungen

- intraarticuläre Trümmerfraktur des Metacarpale I links
- Olecranonfraktur links
- Olecranonfraktur links
- Kompressionsfraktur des 1. Lumbalwirbels

- Fraktur des 2. Lumbalwirbels (Deckplatteneinbruch)
- vordere Beckenringfraktur
- traumatische Epiphysenlösung des linken Femurkopfes
- Trümmerfraktur der rechten patella
- Maisonneuvefraktur und flake fracture
- Distorsion des rechten Knies
- multiple Schnittwunden am linken Unterschenkel
- tiefe Unterschenkelstauchungsfraktur von tibia und fibula
- Stauchungsgrünholzfraktur proximal des malleolus tibialis
- Luxation im Lissfranc'schen Gelenk rechts
- Fraktur des 12. Thorakalwirbels

multiple Verletzungen

- intraarticuläre Scapulahalsfraktur und multiple Schürfwunden im Gesicht
- Schulterluxation und Unterschenkeltrümmerfraktur
- Schulterluxation rechts, per- und subtrochantere Trümmerfraktur rechts, offene Luxationsfraktur des oberen Sprunggelenks links (bimalleolär), fragliche Rippenfrakturen links und unvollständige Peroneusparese links
- Drehkeilfraktur des rechten Unterschenkels und intraarticuläre Grundgliedfraktur des rechten Daumens
- Tibiatrümmerfraktur und Abriss des malleolus tibialis
- Unterschenkel-Drehkeilfraktur und Ablösung des malleolus tibialis
- Unterschenkeltorsionsfraktur rechts + Vorderarmfraktur rechts
- kurze Fraktur der rechten tibia zwischen proximalem und mittlerem Drittel und lange, tiefe Torsionsfraktur rechts
- Trümmerfraktur rechts, Drehkeilfraktur links
- Trümmerfraktur links, Drehkeilfraktur rechts
- Unterschenkeltorsionsfraktur und Fraktur des malleolus tibialis
- Unterschenkeltrümmerfraktur rechts mit vollkommener Impression der mittleren und vorderen Tibiagelenkanteile, Abbruch des tubercule de Chaput anterior
- Drehkeilfraktur rechts und Fraktur des malleolus fibularis links
- kurzspiralige Unterschenkeltorsionsfraktur, intraarticulär reichend, mit Volkmann schem Dreieck
- Unterschenkeltrümmerfraktur rechts, Meniscusläsion rechts

- Ruptur des ligamentum tibio-talare und Syndesmosen-sprengung
- Ruptur des medialen Bandapparates (lig. delt.) und Syndesmosen-sprengung
- tiefe, intraarticuläre Unterschenkel-torsionsfraktur links, Fraktur des malleolus fibularis rechts
- Calcaneusfraktur links, distale intraarticuläre Tibiafissur rechts

4. Die Alters- und Geschlechtsverteilung der Patienten.

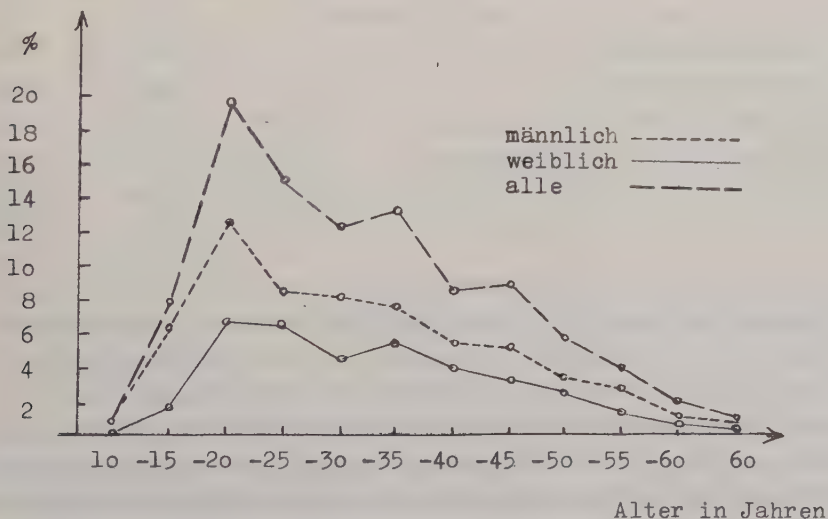
Tabelle 11 zeigt die Verteilung der Geschlechter unter den 565 Patienten :

Tabelle 11.

Weibliche Patienten	208	36,8%
Männliche Patienten	357	63,2%

Die Altersverteilung der männlichen und weiblichen Patienten gibt die Tabelle 12 wieder:

Tabelle 12.



5. Die Verteilung der Verletzungen bei Patienten mit und ohne Sicherheitsbindungen.

In dieser Zusammenstellung wurde keine Rücksicht darauf genommen, ob die Sicherheitsbindungen funktionierten oder nicht. — Bindungen mit starren Backen und Sicherheitsstrammern rechneten wir zu den Sicherheitsbindungen.

Es wird hier dargestellt, wieviel % eine Verletzungsart innerhalb der Gruppe «gewöhnliche Bindungen» und wieviel % innerhalb der Gruppe «Sicherheitsbindungen» ausmacht.

	gB	SB
— Drehkeilfrakturen	32,5	23,6
— Einfache Torsionsfrakturen (+ lange Schrägfrakturen)	14,3	13,0
— Unterschenkeltrümmerfrakturen	17,9	25,4
— Tiefe Querfrakturen	4,2	10,2
— Kurze Frakturen	2,4	2,8
— Talusfrakturen	1,2	0,9
— Achillessehnenrupturen	1,2	5,1
— Malleolarfrakturen	14,9	6,5
— Knieseitenbänder- und Kreuzbänderläsionen	2,1	2,3
— Tibiakopffrakturen	0,6	0,5
— Oberschenkelfrakturen	2,4	2,3
— Arm-Schulterverletzungen	0,9	0,5
— andere und multiple Verletzungen	5,4	6,9
	100,0	100,0

Es sei nochmals darauf hingewiesen, dass nur 38 von 216 Sicherheitsbindungen beim Sturz sicher funktioniert haben. Die 143 Sicherheitsbindungen, welche festblieben, wirkten sich unfallmechanisch gleich aus, wie gewöhnliche Bindungen. — Es wäre nun noch interessant, die Fälle, bei denen die Sicherheitsbindungen funktioniert hatten, allen andern gegenüber zu stellen. 38 Fälle sind aber zu wenig, um davon Prozentzahlen auszurechnen. In einer solchen Statistik würde der Zufall eine zu grosse Rolle spielen!

Wir geben daher die Verletzungen bei diesen 38 Fällen lediglich in absoluten Zahlen an:

- Drehkeilfrakturen	8
- Einfache Torsionsfrakturen	5
- Unterschenkeltrümmerfrakturen	6
- Tiefe Unterschenkelquerfrakturen	6
- Kurze Frakturen	1
- Talusfrakturen	0
- Achillessehnenrupturen	3
- Malleolarfrakturen	2
- Knieseitenbänder - und Kreuzbänderläsionen	2
- Tibiakopffrakturen	1
- Oberschenkelfrakturen	0
- Arm-Schulterverletzungen	1
- andere und multiple Verletzungen	3

6. Der unfallvermindernde Faktor (uvF).

Auf Seite 126 ist dargestellt, auf welche Weise (nach GRUENAGEL (1963)) der uvF berechnet wird.

Wir verwenden für die Winter 1961/62 - 1963/64 zuerst die Zahlen aus AROSA. Weil dort Sicherheitsstrammer mit starren Backen nicht zu den Sicherheitsbindungen gezählt wurden, mussten wir auch bei den Bindungen der Verunfallten so vorgehen, um entsprechende Werte zu erhalten. Die wenigen Patienten, die über ihre Bindung keine Angaben machen konnten, haben wir den beiden Gruppen (SB und gB) zugerechnet und zwar proportional zu deren Grösse.

Die Tabelle 13 enthält die Ausgangswerte und den daraus berechneten uvF für die drei Winter.

Bei der Zählung der Bindungen in LENZERHEIDE wurden auch Sicherheitsstrammer mit starren Backen zu den Sicherheitsbindungen gerechnet. Daher musste man auch bei den Verletzten analog vorgehen. Die Resultate aus Lenzerheide finden sich in der Tabelle 14.

Tabelle 13 (Arosa).

		Gesunde	Verletzte
1961/62	SB	56,8 %	33,5 %
	gB	43,2 %	66,5 %
	uvF: 2,61		
1962/63	SB	63,4 %	40,0 %
	gB	36,6 %	60,0 %
	uvF: 2,60		
1963/64	SB	66,36 %	42,3 %
	gB	33,64 %	57,7 %

Tabelle 14 (Lenzerheide).

		Gesunde	Verletzte
1963/64	SB	74,4 %	48,8 %
	gB	23,6 %	51,2 %

Die Differenzierung der verschiedenen Typen von Sicherheitsbindungen in einer Skifahrerpopulation wurde nur im Winter 1963/64 durchgeführt. Die diesem Winter entsprechende Patientenzahl (123) ist zu klein, um für jeden Typ getrennt den uvF zu berechnen. Immerhin geht aus Tabelle 15 hervor, dass kombinierte Sicherheitsbindungen einen günstigeren uvF ergäben, als Sicherheitsbacken allein.

Tabelle 15.

	Gesunde	Verletzte
Kombinierte Sicherheitsbindung	28,8 %	18,7 %
Sicherheitsbacken	28,6 %	21,2 %

B. KASUISTIK

1. *Unfälle, bei denen die Sicherheitsbindungen nicht funktionierten.*

Wie aus Tabelle 9 hervorgeht, funktionierten von 216 Sicherheitsbindungen 143 sicher nicht, während bei 35 die Funktion nicht mehr eruierbar war.

Wir untersuchten, warum es in diesen Fällen zum Versagen der Sicherheitsbindung gekommen ist. Von 129 Patienten hatten wir genaue Angaben über Typ und Funktionieren der Sicherheitsbindung und über den Sturzmechanismus.

Eingeteilt in drei Gruppen, haben wir die Fälle einzeln analysiert.

Sicherheitsbacken (65 Fälle).

44mal lag ein Sturz vor, bei dem die Sicherheitsbacken nicht funktionieren konnten. Meistens stürzten diese Fahrer direkt nach vorne, überschlugen sich oder fuhren frontal auf ein Hindernis auf. — Daneben wurden auch seltenere Unfallmechanismen beschrieben. Hier ein paar Beispiele:

- Ein Fahrer geriet in hohem Tempo an einen Zaun und frakturierte sich durch dieses direkte Trauma einen Oberschenkel.
- Ein weiterer Fahrer stürzte direkt auf die Seite und zog sich so eine pertrochantere Trümmerfraktur zu.
- Ein Patient wurde auf der Piste von einem andern Fahrer gerammt und erlitt durch die scharfgeschliffenen Stahlkanten des andern ausge dehnte Schnittwunden am Unterschenkel.
- Eine jüngere FahrerIn wurde über eine Bodenwelle katapultiert, landete direkt auf dem Rücken und zog sich eine Fraktur des 2. Lendenwirbels zu.

4mal lag zwar ein Torsionstrauma vor, aber die Fahrer geben an, sie hätten die Bindung eindeutig zu hart eingestellt, einmal sogar vollständig blockiert.

6mal handelte es sich um einen seitlichen Sturz.

11mal lag ein Torsionstrauma bei angeblich richtig eingestellter Bindung vor. Hier lässt sich das Versagen der Sicherheitsbindung nicht erklären.

Sicherheitsstrammer (24 Fälle).

14mal konnte der Sicherheitsstrammer nicht funktionieren. In 13 Fällen deutlicher Torsionsmechanismus.

- Ein Fahrer stürzte bei schlechter Sicht in einen 12 Meter tiefen, fast senkrechten Abgrund. Seitlicher Aufprall. Resultat: schwere multiple Verletzungen.

4mal seitlicher Sturz.

4mal Frontalsturz. Versagen unerklärbar!

1mal nach vorn überschlagen. Versagen unerklärbar.

1mal Sturz mit dem Rettungsschlitten.

Ein Pfosten, der aus dem Schnee ragte, drückte den einen Vorderski stark nach oben. Also prinzipiell gleicher Mechanismus wie bei einem Sturz nach vorn.

Kombinierte Sicherheitsbindungen (40 Fälle).

Hier geben 17 von 40 Fahrern ausdrücklich an, sie seien beim Unfalleintritt sehr langsam gefahren.

2mal konnte die Bindung die Verletzung nicht vermeiden.

- Ein Fahrer stürzte mit geschulterten Skiern.
- Eine jugendliche FahrerIn stürzte auf die Seite und erlitt durch das direkte Trauma eine vordere Beckenringfraktur.

19mal Sturz nach vorn

14mal Sturz seitlich

4mal Rotationstrauma

1mal Sturz nach hinten

} in diesen 38 Fällen findet sich somit im Unfallmechanismus keine Erklärung für das Versagen der Sicherheitsbindung.

Alle 129 Fälle zusammengefasst, lässt sich das Nichtfunktionieren der Sicherheitsbindung in 64 Fällen ohne weiteres erklären.

2. *Unfälle, die durch Aufgehen der Sicherheitsbindung während der Fahrt zustande kamen.*

Von den 565 untersuchten Skiunfällen waren acht durch unvermutetes Aufgehen der Sicherheitsbindung während der Fahrt verursacht. Das sind 1,42 %. Bezieht man die acht Fälle nur auf die Fahrer mit Sicherheitsbindungen, sind es 3,70 %. Wir beschreiben die acht Fälle kurz einzeln.

- 18jährige, sehr gute Fahrerinnen (B.A. 1943) Sba mit LR und Drehteller. Die Bindung öffnete sich während des Renntrainings in hohem Tempo auf harter Piste.
Verletzung: offene distale Unterschenkelquerfraktur. Es liess sich nicht mehr feststellen, ob die Fraktur jenes Bein betraf, von dem sich der Ski gelöst hatte.
- 18jähriger, mittlerer Fahrer (H.G. 1943) Komb. SB. Die Bindung löste sich in schnellem Tempo.
Verletzung: Drehkeilfraktur rechts. Es liess sich nicht mehr feststellen, auf welcher Seite sich die Bindung geöffnet hatte.
- 53jähriger, mittlerer Fahrer (A.A. 1909) Komb. SB. Die rechte Bindung löste sich während langsamer Fahrt.
Verletzung: reine Torsionsfraktur links. Es ist ungewiss, ob sich beim Sturz auch die linke Sicherheitsbindung geöffnet hat.
- 29jähriger, mittlerer Fahrer (G.P. 1934) Sba + D. Die rechte Bindung löste sich in schneller Fahrt, die linke blieb beim Sturz fest.
Verletzung: tiefe Unterschenkelquerfraktur links mit Querriss am malleolus tibialis.
- 42jährige, mittlere Fahrerinnen (F.R. 1921) Komb. SB. Beim Abschwingen in mittelschneller Fahrt öffnete sich die linke Bindung, während die rechte beim Sturz festblieb.
Verletzung: intraarticuläre Trümmerfraktur rechts.
- 22jährige, gute Fahrerinnen (M.U. 1942) Sba + D. Eine Bindung öffnete sich in schnellem Tempo.
Verletzung: Drehkeilfraktur links. Es liess sich nachträglich nicht mehr feststellen, welche Sicherheitsbindung aufgesprungen war.

- 35jährige, gute FahrerIn (H.A. 1929) Komb. SB. Die linke Bindung öffnete sich während schneller Fahrt. Der rechte Ski, dessen Bindung sich nicht löste, bohrte sich in den weichen Schnee.
Verletzung: Drehkeilfraktur rechts.

- 37jähriger, guter Fahrer (H.H. 1927) Sst mit starren Backen. Die linke Bindung sprang während mittelschneller Fahrt auf. Die rechte Bindung öffnete sich nicht.
Verletzung: Unterschenkeltrümmerfraktur rechts.

3. Die tiefen Querfrakturen (36 Fälle).

Es würde zu weit führen, alle tiefen Querfrakturen einzeln anzuführen.
— Der älteste Patient mit einer solchen Fraktur war in unserem Krankengut ein 31jähriger Mann, der jüngste ein 11jähriger Knabe. *Durchschnittsalter: 21,2 Jahre.* Es handelt sich fast ausschliesslich um gute Fahrerinnen und Fahrer. In den meisten Fällen geben die Verletzten an, nach vorne gestürzt zu sein. Der Unfall trat fast immer bei hohem oder doch mittlerem Tempo ein.

Auffallend ist, dass es in 6 von 36 Fällen trotz funktionierender Sicherheitsbindung zu einer tiefen Querfraktur gekommen ist!

4. Die Achillessehnenrupturen (15 Fälle).

Tabelle 16 enthält 15 Fälle von Achillessehnenrupturen. Dabei machen wir von jedem Verletzten folgende Angaben: Initialen, Alter in Jahren, Können als Skifahrer, Tempo bei Unfalleintritt, Sturzart, Bindungstyp und Funktionieren der Sicherheitsbindung.

Das *Durchschnittsalter* aller Patienten mit Achillessehnenrupturen beträgt 42,8 Jahre.

Tabelle 16.

Namen + Alter	Können als Skifahrer	Tempo	Bindung	Sturzart und Funktion der Bindung
H.A.J. 44	Anfänger	schnell	Sba	überschlagen, Bindung blieb fest
Sch.A. 57	guter Fahrer	langsam	Sba	nach vorn, Bindung blieb fest
E.H. 39	guter Fahrer		DB	lehnte auf den Skiern nach vorn, ohne zu fahren
K.M. 26	gute Fahrerin	mittel	LR	steckte mit beiden Skiern ein, Sturz nach vorn.
S.M. 53	gute Fahrerin	langsam	Sba	nach vorn. Funktion der Bindung nicht angegeben.
G.R. 47	guter Fahrer	mittel	komb. SB	stürzte an einer Gegensteigung. Funktion der Bindung nicht angegeben.
St.U. 50	gute Fahrerin	schnell	DB	nach hinten und dann seitlich überschlagen.
B.J. 36	guter Fahrer	schnell	komb. SB	linker Ski geriet in einen Graben, Sturz nach vorn. <i>Die Bindung öffnete sich.</i>
Pf.R. 45	guter Fahrer	mittel	Sst	ein Ski wurde plötzlich zwischen 2 Steinen blockiert Funktion des Sst unbekannt.
M.F. 32	guter Fahrer	mittel	Sba + LR	nach vorn. Funktion der Bindung unbekannt.
F.O. 48	guter Fahrer	schnell	Sba	nach vorn. Funktion der Bindung unbekannt.
A.P. 56	guter Fahrer	mittel	Sba	nach vorn. Bindung blieb fest.
D.P. 40	mittlerer Fahrer	mittel	Sst	nach vorn. <i>Bindung hat sich geöffnet.</i>
A.P. 33	mittlerer Fahrer	langsam	komb. SB	nach vorn. <i>Bindung hat sich geöffnet.</i>
K.M. 36	guter Fahrer	mittel	DB	nach vorn.

III. DISKUSSION.

Tabelle 1 zeigt, wie in Arosa im Verlauf von 6 Jahren die Unfallzahl um 35% abgenommen hat. Dieser Rückgang betrifft — wegen der ständigen Zunahme der Bergfahrten auf Skilifts und Luftseilbahnen — nicht die absolute Zahl der Unfälle, sondern das Verhältnis von zurückgelegter Höhendifferenz und Unfallzahl. Wir verfügen über keine entsprechende Ergebnisse aus andern Wintersportplätzen, aber dieser Unfallrückgang dürfte kaum Arosa allein betreffen.

Andererseits geht sowohl aus der Literatur (TRUCHET, 1960) wie aus unsem eigenen Untersuchungen hervor, dass die Sicherheitsbindungen im Verlauf der letzten Winter stark zugenommen haben, wenn auch ihr Prozentsatz von Ort zu Ort beträchtlich schwankt.

Dass Sicherheitsbindungen allein für diesen Unfallrückgang verantwortlich sind, ist kaum anzunehmen. Auch bessere Fahrtechnik und sorgfältiger Pistenunterhalt mögen daran beteiligt sein. Der unfallvermindernde Faktor (uvF) der Sicherheitsbindungen (siehe Tabellen 13 und 14) scheint indessen zu beweisen, dass diese Bindungen in der Tat mehr Sicherheit bieten und die Unfallquote senken.

Tabelle 8 zeigt, dass gute Fahrer prozentual am häufigsten Sicherheitsbindungen benützen. Man könnte nun glauben, der uvF werde durch Selektion der guten Fahrer lediglich vorgetäuscht. HAID (1958) hat als Referent für Wissenschaft im Oesterreichischen Skiverband die Frage der Sicherheitsbindungen bei Rennfahrern untersucht. Er kam zum Schluss, dass gerade bei Rennfahrern die Sicherheitsbindungen einen ausgesprochen unfallsenkenden Einfluss haben. HAID führt auch ein Zitat des ärztlichen Betreuers der tschechischen Nationalmannschaft an. Danach fielen in dieser Mannschaft vor Einführung der Sicherheitsbindungen jährlich ungefähr 25% der Rennfahrer durch Tibiafrakturen aus, nachher praktisch keine mehr. — Wenn die Sicherheitsbindungen gerade bei den besten Fahrern derart unfallverhütend wirken, ist es unwahrscheinlich, dass der berechnete uvF durch Selektion guter Fahrer nur vorgetäuscht wird.

Aus unserem Material resultiert ein uvF von 2,6 (1961/62 in Arosa) bis 3,38 (1963/64 in Lenzerheide). Demgegenüber beträgt der uvF aus den Ergebnissen von TRUCHET 3,49, von GRUENAGEL 3,1 und von der BfU

2,87. Es bestehen also keine bedeutenden Unterschiede in der Grösse des Faktors. Wichtig ist indessen folgender Unterschied: In der Arbeit von GRUENAGEL (1963) sind unter den 749 Verletzungen 206 Knieinnenbandverletzungen (= 26 %) und 174 Distorsionen der Sprunggelenke (= 23 %). Bei unsern Patienten aber handelt es sich fast ausschliesslich um Frakturen (siehe p. 135 ff.) Daraus folgt, dass Sicherheitsbindungen ebensosehr vor den relativ schweren Verletzungen schützen, wie wir sie — durch Selektion — in unserem Krankengut finden.

Die Verletzungen bei Fahrem mit und ohne Sicherheitsbindungen zeigen bei unserm Patienten keine grossen Unterschiede. Allerdings wurde in der Gegenüberstellung auf Seite 138 das Funktionieren der Sicherheitsbindungen nicht berücksichtigt. Immerhin sind durch Torsionsmechanismus verursachte Frakturen (Drehkeilfrakturen, einfache Torsionsfrakturen und Malleolarfrakturen) bei der Gruppe mit gewöhnlichen Bindungen häufiger (61,7 %) als bei der Kontrollgruppe mit Sicherheitsbindungen (46,1 %). Bei diesen finden wir anderseits mehr Unterschenkeltrümmerfrakturen, tiefe Querfrakturen und Achillessehnenrupturen. Diese Verletzungen treten besonders bei Sturz nach vorne auf, zumal bei schnellem Tempo.

Nach TRUCHET (1962) ergeben sich bei einem Sturz nach vom (= Hyperflexion des Fusses) vor allem drei Verletzungsmöglichkeiten:

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1. beim Kind | Fraktur im Epiphysenbereich der tibia,
manchmal mit Epiphysenlösung |
| 2. beim jugendlichen | tiefe Querfraktur am oberen Schuhrand |
| 3. beim über
35-Jährigen | Achillessehnenruptur |

Wir haben diese Beobachtung von TRUCHET an unseren Fällen überprüft. Bei den sogenannten *tiefen Querfrakturen* waren unsere Patienten durchschnittlich 21,2 Jahre alt. Unter «tiefer Querfraktur» verstand man bisher die typische Stauchungsfraktur bei Jugendlichen, oft auch Schuhrandfraktur genannt. Es gibt aber auch bei Erwachsenen tiefe Querfrakturen. Dabei wird der Knochen nicht einfach gestaucht, sondern zertrümmert. Es resultiert daraus eine Trümmerfraktur mit Spongiosaverlust.

Bei den *Achillessehnenrupturen* fanden wir ein Durchschnittsalter von 42,8 Jahren, nur eine Verletzte war weniger als 30jährig. Interessant ist, dass 3 der 15 Achillessehnenrupturen zustande kamen, obwohl sich der Sicherheitsstrammer öffnete. Offenbar war in diesen Fällen das Trägheitsmoment des Sicherheitsstrammers so gross, dass die Sehne rupturierte, bevor der Schuh frei wurde.

Eine weitere Verletzungsmöglichkeit bei Sturz nach vorn besteht für alle Altersklassen in der *Talusfraktur*. HERWIG (1965) weist in seiner Dissertation darauf hin, dass Talusfrakturen durchwegs Talushalsfrakturen sind. Er fand, dass sich die Häufigkeit von Achillessehnenrupturen und Talusfrakturen wie 4:1 verhält.

Die 38 Fälle, bei welchen es trotz funktionierender Sicherheitsbindung zu einem Unfall kam, zeigen ebenfalls keine grosse Differenz in den Verletzungstypen gegenüber der Kontrollgruppe mit festen Bindungen. Daraus lassen sich aber keine Schlüsse ziehen, weil die Zahl von 38 zu klein ist, besonders aber weil unser Krankengut durch die erwähnte Selektion fast keine Distorsionen aufweist. GRUENAGEL (1963) fand bei 54 Fällen mit wahrscheinlich funktionierender Sicherheitsbindung 61% Distorsionen und 39% Frakturen. Auch TRUCHET (1960) wies darauf hin, dass seit Einführung der Sicherheitsbindungen die Kniegelenksverletzungen zugenommen hätten.

Es wäre interessant, den uvF getrennt für jene Fälle zu berechnen, bei denen die Sicherheitsbindungen funktionierten. Da der uvF aber auf einem Vergleich zwischen Gesunden und Verletzten beruht, müsste man auch wissen, bei wieviel % der Gesunden die Sicherheitsbindung funktioniert, und dies zu erfahren dürfte schwierig sein.

Ebenso aufschlussreich wäre die Berechnung des uvF aus jenen Fällen, bei denen eine dem Sturz adaequate Sicherheitsbindung vorlag. Aber auch hier müsste bekannt sein, wieviel % einer Skifahrerpopulation für ihre Stürze adaequate Bindungen haben.

Wir sahen, dass von 129 Fällen die Sicherheitsbindung 64mal nicht funktionieren konnte, 60mal weil keine dem Sturz entsprechende Sicherheitsbindung vorlag und 4mal, weil die Bindung falsch eingestellt war.

In vielen andern Fällen dürfte eine falsche Einstellung der Bindung vorgelegen haben, ohne dass der Fahrer etwas davon wusste.

Von unsern 565 Skiunfällen wurden 8 (1,42 %) durch unvermutetes Aufgehen der Sicherheitsbindung in voller Fahrt verursacht. BAUMGÄRTNER (1960) sah 1959/60 unter 1000 Patienten 7 solche Fälle (0,7 %). Damals waren die Sicherheitsbindungen weniger verbreitet als heute, was diese Differenz erklärt. In der Serie von EARLE et al. (1962), die sich auf 1470 Skiunfälle der Jahre 1960 und 1961 in Sun Valley, USA, erstreckt, gaben 3,7 % der Verletzten an, die Sicherheitsbindung trage die Schuld an ihrem Unfall. Hier zählte man aber auch die Schnittverletzungen durch losgelöste und ausser Kontrolle geratene Skier hinzu. Bei unsern acht Fällen kam es durchwegs zu Unterschenkelfrakturen. In 5 Fällen betraf die Fraktur jenes Bein, an welchem die Bindung festgeblieben war, in drei Fällen konnte dies nicht mehr ermittelt werden.

TRUCHET (1962) gab als häufigsten Grund für das unerwartete Aufgehen von Sicherheitsbindungen folgenden Grund an: der Schuh wird durch den Diagonalzug zu wenig stark an die Schwenkbacken herangedrückt. Das häufige Aufgehen der Bindung veranlasst dann die Fahrer, das Falsche zu tun: zu starkes Anziehen oder Blockieren der Sicherheitsbacken.

Die Tatsache, dass viele Sicherheitsbindungen beim Unfallsturz nicht aufgingen und andere durch zu leichtes Aufspringen Unfälle verursachten, zeigt deutlich, *wie wichtig die richtige Einstellung von Sicherheitsbindungen ist!* Mit dem Kauf einer solchen Bindung ist es nicht getan. Ohne grosse Erfahrung auf diesem Gebiet ist es kaum möglich, die Bindung selbst adaequat einzustellen. Daher sind verschiedene Firmen dazu übergegangen, die Einstellung der Bindungen zu normieren. Mit verschiedenen Farben sind Stellen markiert, die einer weichen, mittleren oder harten Einstellung entsprechen. Diese Methode ist wenig genau und nimmt besonders zu wenig Rücksicht auf das Körpergewicht der Fahrer.

Vor ein paar Jahren kam ein von Alfred Staeger, Sporthaus, Mürren konstruierter Bindungs-Einstellapparat auf den Markt, der jetzt von der Firma Attenhofer unter dem Namen «Exactafix» verkauft wird. Das Gerät lässt sich anstelle des Skischuhs in die Sicherheitsbindung einspannen

und zeigt das Drehmoment an, welches man mit einem Hebel auf Sicherheitsbacken und -strammer ausüben muss, bis sie aufspringen.

Staeger erhielt von der BfU die Angabe, eine Unterschenkeltorsionsfraktur sei bei einem Torsionsmoment von 850 kg-cm zu erwarten. Die BfU stützte sich auf Angaben von ROMBOLD (1953), der diesen Wert aus Leichenversuchen gewonnen hatte. TRUCHET (1958) berichtet über Versuche von Prof. Bianchi Maiocchi (Mailand) zur experimentellen Erzeugung von Torsionsfrakturen. Die erforderlichen Torsionsmomente am Unterschenkel lagen zwischen 330 und 580 kg-cm. Bei Innenrotation traten Frakturen früher auf als bei Aussenrotation. Andererseits hatte man mit Dynamometern festgestellt, dass Skifahrer Torsionsmomente von 900 kg-cm ohne Schaden überstanden haben. Diese Differenz mag durch Vernachlässigung der Muskelkraft bei Leichenversuchen verursacht sein. Besonders bei gut trainierten Fahrern hat nämlich die Muskulatur eine erhebliche schienende Wirkung auf das Skelett. — Die Ermittlung des kritischen Bruchtorsionsmomentes ist also problematisch und kaum brauchbar. Experimentell zuverlässiger feststellbar ist aber der unterste Wert des Torsionsmomentes, der ein Skifahren ohne unnötiges Aufgehen der Bindung eben noch erlaubt. ROMBOLD (1953) fand einen Wert von 272 kg-cm, die BfU in entsprechenden, allerdings nicht sehr umfangreichen Versuchen ungefähr 400 kg-cm. Staeger empfiehlt folgende Einstellung:

Kinder	300 kg-cm
Damen	400 kg-cm
Herren	480 kg-cm
Rennfahrer	640 kg-cm

Bei 300 so eingestellten Mietskiern sah er im Verlauf von drei Monaten einen einzigen Beinbruch, der durch Aufgehen der Sicherheitsbindung hätte vermieden werden können.

PEYTRIGNET (1963) befasst sich mit den Kräften, die bei einem Frontalsturz auf den Unterschenkel einwirken. Er berechnete, dass, wenn ein Fahrer mit einer Geschwindigkeit von 12 km/h plötzlich gestoppt wird, am oberen Schuhrand ein Biegemoment von 3300 kg-cm auftritt. Nach KNESE (1956) liegt das Bruchmoment für den Femur zwischen 1525 und 5160 kg-cm und PEYTRIGNET nimmt an, dass es für den Unterschenkel ungefähr gleich gross ist.

Für die Einstellung mit dem «Exactafix» ging Staeger wie folgt vor: der Strammer soll sich öffnen, wenn der Fahrer (ohne Beschleunigung) mit seinem vollen Gewicht plus 10 kg in die Bindung hängt. Dieser Wert kann mit dem Exactafix direkt eingestellt werden, ohne dass der Fahrer diese recht gefährliche Prozedur selber vornehmen muss. Wir wissen nämlich von einigen Fällen, bei welchen Achillessehnenrupturen auftraten, wenn der Fahrer zum Einstellen der Sicherheitsbindung sich nach vorne lehnte.

Andererseits sahen wir drei Fälle von Achillessehnenrupturen, die trotz Oeffnung der Sicherheitsbindungen zustande kamen. Dabei ergab die histologische Kontrolle dieser Sehnen keine degenerativen Veränderungen.

Das zeigt, wie schwierig das Einstellen des Sicherheitsstrammers ist.

Nach unserer Ansicht wäre es am besten, auch für den Sicherheitsstrammer durch ausgedehnte Probefahrten denjenigen Wert zu finden, der ein Skifahren ohne unnötiges Oeffnen der Bindung erlaubt. Dieser Wert könnte dann mit dem «Exactafix» eingestellt werden.

In diesem Sinn erachten wir den «Exactafix» als ein sehr gutes Instrument, mit dessen Hilfe die Wirksamkeit der Sicherheitsbindung optimal ausgenutzt werden kann.

V. ZUSAMMENFASSUNG.

Die Einleitung zeigt die Veränderung innerhalb der Skiverletzungen, die im Lauf der Jahre eingetreten ist. Die verschiedenen Bindungstypen werden beschrieben.

Unsere Arbeit untersucht die Verteilung der Bindungen bei einem unausgewählten Kollektiv und bei 565 Verletzten des Kantonsspitals und des Kreuzspitals Chur. Nur bei 17,6 % der Patienten hatte die Sicherheitsbindung funktioniert. Die Verletzungen von Patienten mit und ohne Sicherheitsbindung werden einander gegenübergestellt, wobei sich keine grossen Unterschiede ergaben. — Der unfallvermindernde Faktor (uvF) ergibt Werte von 2,6 bis 3,38. Wir untersuchten die Fälle, bei denen die Sicherheitsbindung nicht oder dann unnötigerweise aufgegangen ist. Wir beschäftigten uns gesondert mit den sog. tiefen Querfrakturen und den Achillessehnenrupturen.

In rund 50 % der Fälle, bei denen die Sicherheitsbindung fest blieb, war ein Funktionieren nicht möglich, da keine dem Unfallmechanismus adaequate Bindung vorlag. Achillessehnenrupturen wurden trotz funktionierendem Sicherheitsstrammer beobachtet, Sicherheitsbacken ohne -strammer schützen nicht vor tiefen Querfrakturen. Das Problem der richtigen Einstellung von Sicherheitsbindungen wird erörtert.

Abschliessend empfehlen wir eine kombinierte Sicherheitsbindung zu verwenden, diese nach objektiven Kriterien einzustellen (am besten mit einem Gerät zum Einstellen von Sicherheitsbindungen, z.B. «Exactafix») und vor allem daran zu denken, dass auch die beste Skiausrüstung unvorsichtige Skifahrer nicht vor Unfällen schützen kann.

RESUME

L'introduction montre les modifications intervenues dans les traumatismes des skieurs au cours des années. Il est fait une description des divers types de fixations.

Notre travail examine la répartition des différentes fixations chez un ensemble choisi fortuitement et chez 565 blessés de l'Hôpital cantonal et de l'Hôpital Kreuz de Coire. La fixation de sécurité n'avait fonctionné que chez 17,6% des victimes d'accidents. On a comparé entre elles les blessures des traumatisés, les uns ayant skié avec, les autres sans fixations de sécurité; les différences constatées ne furent pas grandes. Le facteur de diminution des accidents (Fda) fait ressortir des valeurs de 2,6 à 3,38. Nous avons examiné les cas dans lesquels la fixation de sécurité ne s'est pas ouverte, ou s'est ouverte inutilement. Nous nous sommes occupés à part des dites fractures transversales profondes et des ruptures du tendon d'Achille.

Dans approximativement 50 % des cas, dans lesquels la fixation de sécurité ne s'ouvrit pas, le fonctionnement n'était pas possible parce qu'une fixation appropriée au mécanisme de l'accident n'existait pas. On a observé des ruptures du tendon d'Achille malgré le fonctionnement du tendeur de sécurité; les étriers de sécurité ne protègent pas contre les fractures transversales profondes. Le problème du réglage correct des fixations de sécurité est mentionné.

En conclusion, nous conseillons d'utiliser une fixation de sécurité combinée, de régler celle-ci d'après des critères objectifs (le mieux, à l'aide d'un appareil pour le réglage des fixations de sécurité, par exemple «Exactafix») et, surtout, de ne pas oublier que même le meilleur équipement de ski ne peut pas protéger les skieurs imprudents contre les accidents.

SUMMARY

The introduction reviews the change that has taken place over the course of the years in the nature of the injuries sustained during skiing. The different types of safety band are described.

The present paper investigates the distribution of such bands in an unselected group and in 565 injured persons at the Kantonspital and the Kreuzspital in Chur. Only in 17.6% of the patients had the safety band served its purpose. The injuries of patients who used safety bands and of those who did not were compared, without any great differences becoming apparent. — The accident-diminishing factor (adF) gave values ranging from 2.6 to 3.38. We examined those cases in which the safety band had not, or only needlessly, come undone. We dealt separately with the so-called deep transverse fractures and the ruptures of the tendo calcaneus.

In about 50% of the cases where the safety band had sat tight effective functioning was impossible as there was no tie adequate to withstand the mechanism of the accident. Ruptures of the tendo calcaneus were observed in spite of functioning safety straps, whilst safety toe-irons without such straps afforded no protection against deep transverse fractures. The problem of correct adjustment of safety bands is discussed.

In conclusion we recommend that a combined safety band be used, adjusting it in accordance with objective criteria (preferably with an instrument for adjusting safety bands, such as the 'Exactafix') and above all bearing in mind that not even the best skiing equipment can protect the careless skier from accidents.

LITERATURVERZEICHNIS

- | | |
|----------------------------------|---|
| BAUMGARTNER W. | Die Sicherheit der Schiabfahrt Münchner Medizinische Wochenschrift 102, 276, (1960). |
| EARLE A. S. et al. | Ski injuries, J. Amer. med. Ass. 180, 285 (1962). |
| GRUENAGEL H. B.
und Adloff D. | Skiverletzungen der unteren Extremität in Hinblick auf Sicherheitsbindungen und Schuhwerk. Deutsche Medizinische Wochenschrift 88, 711 (1963). |
| HERWIG K. | Dissertation über Talusfrakturen (in Vorbereitung). |
| KNESE K. H. | Belastungsversuche des Oberschenkels unter Annahme des Knickens. Morphol. Jahrbuch Bd. 97, 405 (1956)
Akad. Verlagsgesellschaft Goest u. Portig Leipzig. |
| MOCK O. | Zwölf Jahre Skiarzt über 1000 Meter Georg Thieme Verlag 1936. |
| ROMBOLD | The Ski, November 1953 (USA). |
| PEYTRIGNET A. | Ueber den Mechanismus der Unterschenkelfrakturen bei Sportunfällen Dissertation Bern 1963. |

- HAID B. Kongressbericht vom 3. Kongress der Internationalen Gesellschaft für Skitraumatologie (Davos, 1958).
- TRUCHET P. Kongressbericht vom 4. Kongress der Internationalen Gesellschaft für Skitraumatologie (Garmisch-Partenkirchen 1960).
- TRUCHET P. Kongressbericht vom 5. Kongress der Internationalen Gesellschaft für Skitraumatologie (Obergurgl 1962).
- andere Unterlagen Documenta Geigy « Arzt und Sportler » 1963.
- Alpine Rettungsstation SAC Arosa Tätigkeitsberichte 1961/62 bis 1963/64.
- Kur- und Verkehrsverein Arosa Geschäftsbericht 1963/64.
- Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (Bern) Tätigkeitsberichte 1955 und 1960/61.

CURRICULUM VITAE

Ich wurde am 11. Mai 1938 als Bürger von Escholz matt (Kt. Luzern) in Luzern geboren. Nach 6 Jahren Primarschule in Escholz matt und acht Klassen Gymnasium im Benediktinerkollegium Engelberg bestand ich dort 1958 die Maturität nach Typus A. Nach den vorklinischen Semestern an der Universität Fribourg absolvierte ich 1961 das zweite Propaedeutikum. Es folgten die klinischen Semester in Basel und Wien. Das Staatsexamen legte ich im Frühling 1965 an der Universität Basel ab.

